



TITLE:

# 超軟X線による脳微小循環の研究： 脳挫傷死亡例について

AUTHOR(S):

先山, 隆司

---

CITATION:

先山, 隆司. 超軟X線による脳微小循環の研究：脳挫傷死亡例について.  
日本外科宝函 1980, 49(2): 149-161

ISSUE DATE:

1980-03-01

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/208421>

RIGHT:

# 超軟X線による脳微小循環の研究 ——脳挫傷死亡例について——

東邦大学第2外科学教室（指導：栗津三郎教授）

先 山 隆 司

〔原稿受付：昭和54年11月10日〕

## A Study of Cerebral Microcirculation by Softex —— Cases of Cerebral Contusion ——

TAKASHI SAKIYAMA

Second Department of Surgery, School of Medicine, Toho University  
(Director : Prof. Dr. SABURO AWATSU)

There seems to be many studies on cerebral microcirculation in the state of intracranial hypertension, but no observation has ever been made in the cases of head injury, particularly by ultrasoft X-ray (softex). Consequently, the author tried to investigate the circulatory disturbances noted in cerebral contusion by both angiographical and histological methods.

The results were as follows.

- 1) In the cases of cerebral contusion, dead within 48 hours from the onset, cerebral microcirculation was markedly disturbed, especially in the region of the contusive cortex and the brain stem.
- 2) In the cases of subacute and chronic stages, extravasation of the contrast medium from the medullary arteries was evident and in some instances, rupture of the vascular wall was recognized.
- 3) Non-filling phenomenon of the contrast medium was usually noted in the contusive lesions or nearby regions, and histologically, narrowing of the vascular lumina due to endothelial swelling, stasis of red blood cells and compression by perivascular edema was confirmed.

---

Key words : Cerebral Microcirculation, Softex, Cerebral Contusion, Non-filling, Autopsy.

索引語：脳微小循環，ソフテックス，脳挫傷，ノンフィリング，剖検。

Present address : Second Department of Surgery, School of Medicine, Toho University, 6-11-1, Ohmorinishi, Ohta-ku, Tokyo, 143, Japan.

## I 緒 言

頭部外傷例における主な死因は、脳挫傷と頭蓋内出血であり、またこれら2者の合併によることも少なくない。これらによって発生する急性頭蓋内圧亢進により患者はしばしば死の転帰をとる。急性頭蓋内圧亢進時の脳微小循環に関する研究<sup>15)22)32)33)</sup>は必ずしも少ないが、頭部外傷剖検例について超軟X線を用い脳微小循環を研究した報告は、さきに著者ら<sup>31)</sup>が頭蓋内血腫例について検討したもの以外にみられない。著者は頭

部外傷剖検例の脳挫傷例について、受傷後48時間以内に死亡した急性期死亡例と、受傷後3日以上経過してから死亡した亜急性ないし慢性期死亡例について超軟X線を用いて、脳微小循環を検討し、併せて組織学的検索を行った。

## II 症例および方法

### 1) 症 例

昭和50年6月より昭和54年6月までの間に東邦大学法医学教室にて剖検した15例の頭部外傷剖検例につい

Table 1. 15 cases of autopsies

Case No.	Age	Sex	Cause of trauma	Survival time
1	93	male	Pedestrian hit by a car	48 hours
2	42	male	fall down	48 hours
3	86	male	Pedestrian hit by an autobicycle	48 hours
4	43	male	fall down	48 hours
5	45	male	fall down	48 hours
6	44	male	fall from a ladder	48 hours
7	57	male	fall from a roof	48 hours
8	26	male	Struck by blunt object	3 days
9	52	male	Given a blow	4 days
10	33	male	Given a kick	5 days
11	55	male	fall down	5 days
12	50	male	Given a blow	7 days
13	72	male	fall from a stairway	15 days
14	unknown	male	fall from a stairway	22 days
15	37	male	fall from a stairway	6 months

Table 2. Macroscopic finding of acute cases

Case No.	SAH	Site of contusion	Brain stem change	Intracerebral hemotoma
1	+	Bilat-temporal base	Pontine hemorrhage	
2	+	Bilat-temporal convexity Bilat-temporal base	Midbrain hemorrhage	
3	+	Rt-frontal tip Rt-temporal		
4	+	Lt-temporal base	Midbrain hemorrhage	
5	+	Bilat-frontal tip Lt-temporal		Lt-frontal Ventricular involvement
6	+	Bilat-frontal base	Midbrain hemorrhage	Lt-temporal
7	+	Lt-temporal base	Midbrain hemorrhage	

SAH : Subarachnoid hemorrhage

て検討した。剖検例の概要を Table 1 に示す。剖検例は15例すべてが男性で、年齢は26才から93才までに及ぶが、大多数は30才から60才までの間に含まれる。受傷原因としては転落、転倒が多い。受傷後48時間以内に死亡した急性期死亡例は7例で、3日から7日までの間に死亡した亜急性期死亡例は5例、受傷後2週間以上経過して死亡した慢性期死亡例は3例である。

## 2) 方法

頭部外傷死亡例の剖検時に山村ら<sup>39)</sup>の方法に従って両側頸動脈より6%ゼラチン加バリウム液を300ml注入した。注入後頭蓋を除去し脳を硬膜とともに取り出し肉眼的観察を充分に行った後10%ホルマリン液中に1カ月以上固定し前額断にて10mmのスライスを作製し、ソフテックス撮影装置を用いてこれらを超軟X線撮影した。つづいて、挫傷中心部、脳幹を中心にできる限り広範なブロックを採取し、パラフィン切片とし、H.E., Klüber-Barrera 法, Masson's trichrome 染色を施して、検鏡した。

## Ⅲ 成 績

### 1) 急性期死亡例

#### a) 肉眼的所見

概要を Table 2 に示す。外傷性くも膜下出血を全例に認めた。挫傷部位について検討すると、全例に側頭葉挫傷を認め、7例中5例に側頭葉下面の挫傷を見出した。前頭極に挫傷を認めたものは2例と少なく、頭頂葉、後頭葉には挫傷を認めなかった。脳幹部に点状出血を認めたものは7例中5例と多く、そのうち4例は中脳、他の1例は橋における出血である。2例に脳内血腫の合併を認め、1例は左前頭葉の血腫で側脳室へ穿破していた。他の1例は左側頭葉の血腫である。

#### b) 超軟X線所見

概要を Table 3 に示す。Cortical arteries の filling は7例中5例で障害されており、4例は両側半球で全般性に non-filling を示した。Cortical arteries の filling の比較的良好であった2例では subcortical arteries, Medullary arteries の filling も同様に比較的良好であったが、脳幹部の circumferential arteries の filling は著しく悪く non-filling を示した。Subcortical arteries の態度は cortical arteries とほぼ同様である。Medullary arteries および lenticulostriate arteries の領域では poor filling を示すものがそれぞれ5例認められたが、non-filling を示すものは認めない。脳幹部の circumferential arteries の filling は7例全例にて著明に障害され、5例は non-filling を示した。いずれの領域にも造影剤の血管外漏出は認められない。挫傷急性期死亡例では大多数に天幕上下の別なく微小循環は著しく障害されているが、特に皮質および脳幹部における循環障害が顕著であると考えられる。皮質挫傷の著しい部位では、cortical arteries の filling は悪く、常に non-filling を示していた。脳内血腫の合併は2例に認められるが、血腫側の filling は他側に比して明らかに悪く、微小循環障害は血腫側でより著明であると考えられる。

#### c) 組織学的所見

挫傷部に一致して斑状の淡明化した虚血巣、海綿化病巣、輪状出血および強弱種々なる浮腫を認める (Photo 1)。これら病変部における神経細胞は断血性変化や脱落を示しているが、グリア反応を欠いている。症例2, 3, 7では concussion neuronal change とも言うべき神経細胞の細長、濃縮化を伴う虚脱像が認められ、挫傷の強さを示している (photo 2)。Non-filling を示す細動脈の末梢部は内皮細胞膨化による内腔狭小化および赤血球の stasis による凝集を認め、こ

Table 3. Filling of contrast medium Cases of acute death

Case No.	Cortical arteries	Subcortical arteries	Medullary arteries	Lenticulostriate arteries	Circumferential arteries
1	卅	卅	卅	卅	—
2	—	+	+	卅	+
3	—	—	+	+	+
4	卅	卅	卅	+	—
5	+	—	+	+	—
6	+	—	+	+	—
7	—	+	+	+	—

卅 : good    卅 : fair    + : poor    — : Non-filling



Photo 1 (Case 5) H. E.  $\times 100$

Patchy pallor lesions accompanying neuronal ischemic cell changes are demonstrated in the temporal cortex nearby the site of contusion.

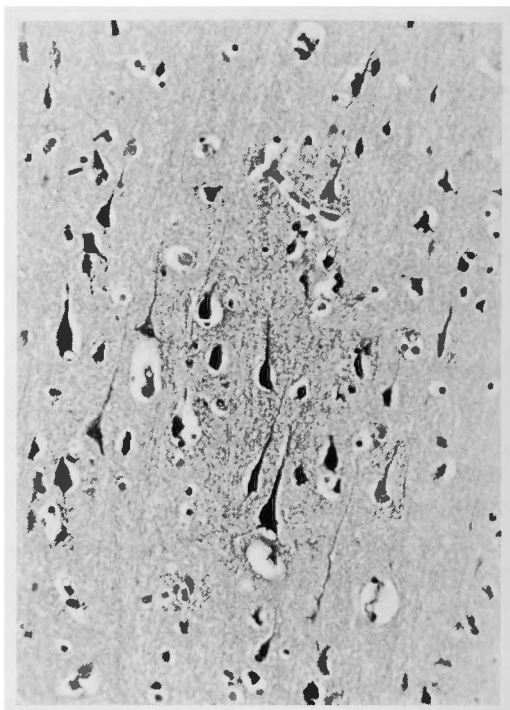


Photo 2 (Case 7) H. E.  $\times 200$

Concussional neuronal change is evident in a lesion of severe contusion.

の部における血流停滞の存在を示唆している (photo 3).

#### d) 症例示説

なお、この期における代表例の概要を示す。

#### 症例 2 42才 男性

肉眼的所見：両側くも膜下出血，両側側頭葉円蓋部および側頭葉下面に挫傷を，中脳に点状出血を認める。

超軟X線所見：脳室系に著明な変形，偏位を認めない。両側大脳半球で全般的に Cortical arteries および subcortical arteries の filling は著しく不良である。Medullary arteries および lenticulostriate arteries の filling は比較的保たれているが，蛇行，中断などを認める。脳幹部の circumferential arteries の filling は不良である。中大脳動脈本幹の造影は極めて良好である (photo 4)。

#### 症例 4 43才 男性

肉眼的所見：両側くも膜下出血および左側頭葉下面に挫傷を認める。中脳に点状出血を認める。

超軟X線所見：脳室系に著明な変形，偏位を認めない。両側大脳半球ともに cortical arteries および subcortical arteries の filling は比較的良好で走行もほぼ正常と言える。Medullary arteries の filling も良好であるが左側がやや悪い。左側頭葉下面の挫傷部に一致して微小血管の filling は極めて悪く non-filling を示している。Lenticulostriate arteries の filling も悪く，ところどころで中断，蛇行がみられる。circumferential arteries の領域は non-filling を示している。中大脳動脈本幹の造影は良好である (photo 5)。

#### 2) 亜急性期ないし慢性期死亡例

##### a) 肉眼的所見

概要を Table 4 示す。外傷性くも膜下出血は8例中6例に認められる。挫傷部位は側頭葉下面4例，側頭葉円蓋部3例，側頭極1例で，急性期死亡例と同様に側頭葉挫傷を伴うものが多い。他の部位における挫傷は前頭極2例，頭頂葉，後頭葉はそれぞれ1例と少



Photo 3 (Case 3) H.E.  $\times 100$

In a non-filling region, stasis of red blood cells is noted in the subcortical arterial branches.

ない。脳幹部に点状出血を認めたものは4例で、すべて中脳に認められた。急性期死亡例と比較すると脳幹部に変化を伴うものは幾分少ない様である。脳内血腫の合併は2例に認められ、ともに被殻部の血腫であり、1例は脳室に穿破している。

#### b) 超軟X線所見

概要を Table 5 に示す。Cortical arteries の filling は8例中6例で障害されており、両側半球で全般性に non-filling を示すものは4例あり、急性期死亡例と同様に、皮質における著明な微小循環障害を示唆している。Subcortical arteries は cortical arteries とほぼ同様の態度を示している。Medullary arteries の filling は6例で悪く、1例が non-filling を示している。4例にて造影剤の血管外漏出を認めた。本徴候は急性期死亡例には認められず、亜急性期ないし慢性期死亡例に特徴的である。造影剤の血管外漏出はいずれも主として medullary arteries の領域に出現している。Lenticulostriate arteries の領域では poor filling を示すもの5例、non-filling は1例に認められた。脳幹部の circumferential arteries の filling は6例で不良であるが、non-filling を示すものは3例であり、急性期死亡例と比較すると著しい微小循環障害を示すものは少ない。皮質挫傷部に一致して cortical

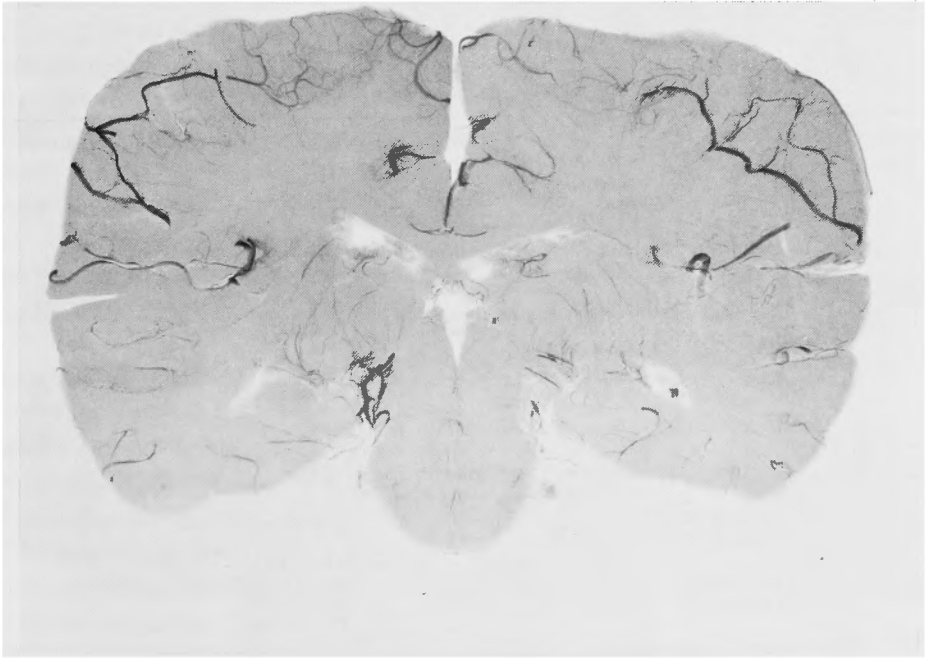


Photo 4 (Case 2) Softex

The filling of cortical and circumferential arteries is disturbed diffusely.



Photo 5 (Case 4) Softex

The non-filling phenomenon is noted in the Lt-temporal base, where cerebral contusion is marked.

Table 4. Macroscopic finding of subacute and chronic cases

Case No.	SAH	Site of contusion	Brain stem change	Intracerebral hematoma
8	+	Lt-temporal convexity Lt-temporal base	Midbrain hemorrhage	
9	+	Bilat-temporal base	Midbrain hemorrhage	
10	-	Bilat-occipital		
11	+	Bilat-frontal Bilat-temporal tip Bilat-temporal base		
12	+	Bilat-temporal convexity	Midbrain hemorrhage	
13	+	Lt-temporal convexity	Midbrain hemorrhage	Lt-putamen
14	+	Rt-frontal tip Bilat-temporal base		
15	-	Rt-frontal tip Parietal		

SAH : Subarachnoid hemorrhage

Table 5. Filling of contrast medium, cases of subacute and chronic death

Case No.	Cortical arteries	Subcortical arteries	Medullary arteries	Lenticulostriate arteries	Circumferential arteries
8	—	—	+ Ex	+ Ex	—
9	—	+	+	++	—
10	++	++	++ Ex	++	+
11	—	—	—	+	+
12	+	+	+ Ex	—	+
13	+	—	+ Ex	+	++
14	++	++	++	+	—
15	—	—	+	+	++

++ : good    ++ : fair    + : poor    — : non-filling    Ex : extravasation

arteries に non-filling の認められること、血腫側では他側に比して微小動脈の filling がより悪くなることは急性期死亡例におけると同様である。

#### c) 組織学的所見

挫傷部に一致してみられる斑状の淡明化せる虚血巣や海綿状病巣は、その限界が一層明瞭となり、また輪状出血および浮腫を伴うが、急性期死亡例では見られないか、極めて少数であった gitter cells の顕著な発現や astrocytes の増殖が認められる。しかしながら急性期死亡例で認められた、concussional neuronal change は見られないか、判別が困難となる。Non-filling を示す領域の細動脈には赤血球の stasis による凝集を認める。造影剤の血管外漏出は主として深部白質の細動脈周囲に認められ、一部のものでは血管壁の線維素変性や壊死を示し、明らかな管壁の破綻を認め得た (photo 6)。

#### d) 症例示説

##### 症例 8 26才 男性

肉眼的所見：両側くも膜下出血、左側頭葉円蓋部および側頭葉下面に挫傷を認める。中脳に点状出血を伴う。

超軟X線所見：左側脳室は圧排され変形しているが対側への著明な偏位はみられない。両側大脳半球ともに全般性に cortical arteries および Subcortical arteries の filling は悪い。挫傷部に一致してこれら動脈の non-filling が認められる。Medullary arteries および lenticulostriate arteries の filling も悪く、左半球にて、これら動脈より造影剤の血管外漏出を認める。Circumferential arteries の領域は non-filling を示す。中大脳動脈本幹の造影は良好である (photo 7)。

##### 症例12 50才 男性



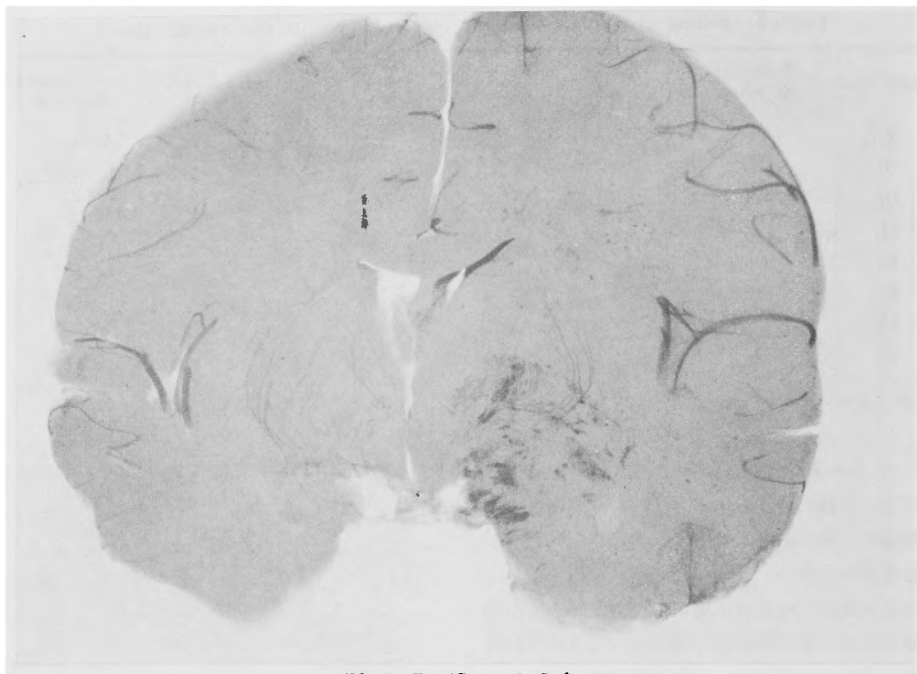
Photo 6 (Case 13) Masson's stain ×200

In this case with extravasation, the rupture of the vascular wall is noted.

肉眼的所見：両側くも膜下出血および両側側頭葉円蓋部に挫傷を認める。脳梁および中脳に点状出血を伴う。

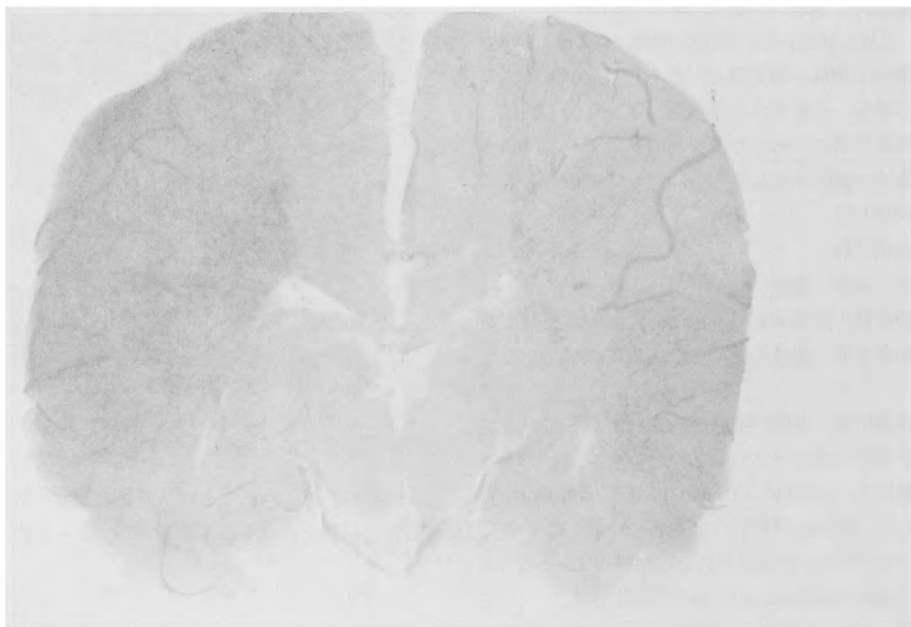
超軟X線所見：側脳室に著明な変形、偏位を認めない。両側大脳半球でびまん性に主として medullary arteries の領域に造影剤の血管外漏出を認める。両側ともに lenticulostriate arteries はまったく造影されず non-filling を示す。Circumferential arteries の





**Photo 7** (Case 8) Softex

The filling of cortical and subcortical arteries is disturbed, and extravasations from Lt-lenticulostriate arteries and medullary arteries are noted.



**Photo 8** (Case 12) Softex

Extravasation from medullary arteries is noted in the bilateral cerebral hemispheres. Non-filling phenomenon is noted in the basal ganglia.

filling も不良であるが、中大脳動脈本幹の filling は良好である (photo 8).

#### Ⅳ 考 察

##### 1) 脳における微小血管の分布について

脳微小血管に関して多くの研究がなされている<sup>13)20)27)35)36)37)</sup>. 大脳における微小循環のうち動脈系は、脳表面の動脈より分岐し、直ちにあるいはわずかに脳表面を横走して、脳表面に対しほぼ直角をなして実質内に入り皮質中を走り、皮質と白質の境界部に終る皮質動脈 (Cortical artery) と、分岐して皮質動脈とはほぼ直角をなして皮質より白質内を走り、脳室壁付近に終る髄質動脈 (Medullary artery) がみられる. 皮質動脈の本幹の直径はおよそ  $40\sim60\mu$  で、髄質動脈の本幹の直径はおよそ  $100\sim200\mu$  である. これらの動脈はほぼ整然とした配列を示している. 山村<sup>38)</sup>は髄質動脈とはほぼ同一の態度をとって髄質内に入り、浅部白質に分布する皮質下動脈を区別し、更にこれを直径  $50\sim60\mu$  で長さ  $0.5\sim1\text{cm}$  の短形と、直径  $60\sim80\mu$  で長さ  $1\sim2\text{cm}$  の長型に分類している.

脳深部の動脈は少数を除き前大脳動脈、中大脳動脈および後大脳動脈より分岐している. 前大脳動脈より

分岐したものは heubner artery と呼ばれ、直径はその起始部においておよそ  $600\sim900\mu$  である. 中大脳動脈より分岐するものは medial and lateral lenticulostriate artery と呼ばれ、その直径は起始部でおよそ  $400\sim600\mu$  であり、これは通常数本認められる. 後大脳動脈より分岐するものは posteromedial and posterolateral choroidal artery, thalamoperforate and thalamogeniculate artery があり、これらの直径は起始部にておよそ  $300\sim500\mu$  である.

脳幹部の動脈は椎骨動脈あるいは脳底動脈より分岐する3つのグループがある. これらは paramedian arteries, short and long circumferential arteries と呼ばれ、これらの直径はおよそ  $100\sim200\mu$  である. 正常例の超軟X線像を Photo 9 に示す.

さて、脳血管撮影にて描出し得る血管の限界は直径  $100\mu$  と言うものもあるが<sup>30)</sup>、通常の脳血管撮影にて  $300\mu$  以下の血管を描出するのは實際上非常に困難と言える. これら  $100\mu$  前後の径の微小動脈を描出するには、ゼラチン加墨汁<sup>24)</sup>、ゼラチン加バリウム液<sup>38)39)</sup>、コロイドカーボン<sup>1)8)</sup>、あるいは合成樹脂<sup>6)26)</sup>などが用いられるが、これらを人体に注入することは不可能で、もっぱら実験動物あるいは剖検例について行われ

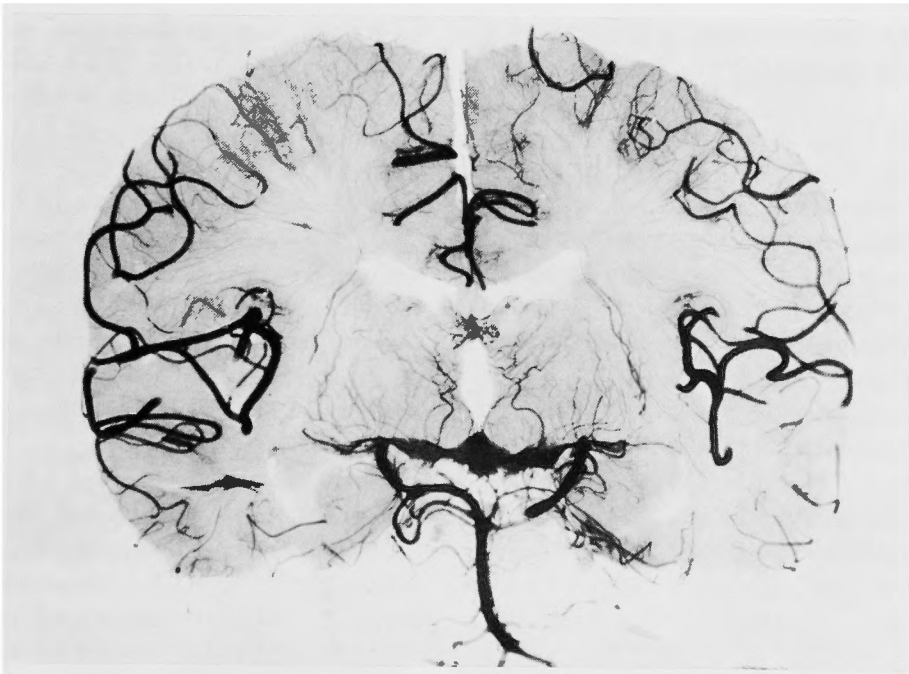


Photo 9 Softex (Normal case without head injury)

ているのが現状である。

## 2) 頭蓋内圧亢進時における脳循環障害

頭部外傷例における死亡原因は、(1)広範な脳損傷、(2)脳幹損傷、(3)脳嵌入による脳幹圧迫、(4)開放性頭部損傷による大出血などがあげられる。脳嵌入による脳幹圧迫は頭蓋内における血腫形成、脳損傷による浮腫が生じた場合、すなわち脳挫傷で急激に頭蓋内圧が亢進した時などにみられ、致命的障害をもたらす。

急性頭蓋内圧亢進に関して Cushing<sup>23,4)</sup> はすでに1901年に基礎的研究を行っているが、彼は頭蓋内圧亢進時の脳循環を骨窓法により観察し、脳血管はまず小静脈系で拡張するが、その後頭蓋内圧上昇に伴いしだいに小静脈は狭小化し、ついに動脈系へも圧迫が及んで組織の血流が停止すると論じた。その後多くの研究がみられるが、Kety<sup>14)</sup> は  $N_2O$  法により初めて脳循環を定量的に測定し、頭蓋内圧が 450mm 水柱を越えると脳血流は著明に減ずることを示唆した。更に電磁流量計を使用して頭蓋内圧亢進時の脳循環低下について論じた Langfitt<sup>17,18)</sup>、Greenfield<sup>7)</sup> らのすぐれた業績があり、急性頭蓋内圧亢進時の脳微小循環に関する研究<sup>15,22,31,32,33)</sup> も多い。

著者の今回の検索対象には広範な脳損傷死例、すなわち頭部が原形をとどめない程に損傷を受けた例と開放性頭部損傷による出血死例は含まれていない。全て脳挫傷例で、硬膜外および硬膜下血腫を伴う例は除外しているが、脳内血腫を合併するものが数例含まれている。

脳挫傷急性期死亡例では全例において脳幹部における微小血管の造影が極めて不良であり、脳幹部における強い微小循環障害を示唆している。症例1, 4, 7の如く皮質動脈および髄質動脈の造影が比較的良好であったものでは脳幹に対する直接損傷の存在が強く示唆され、事実肉眼的にも点状出血などの所見を得ている。皮質挫傷の著しい例では挫傷部に一致して皮質動脈の造影が極めて不良となり non-filling を示す。皮質挫傷部が比較的小範囲に局限している例、すなわち皮質動脈領域の循環障害が限局的なものでは、髄質動脈の造影は比較的良く保たれ、循環障害は軽度であると言えるが、皮質動脈が全散性に造影されてこないものでは、髄質動脈の造影も全散性に極めて不良となり、この部における広範な循環障害を伴ってくるものと考えられた。これは諏訪<sup>34)</sup>が述べているが如く皮質と白質の毛細血管量の差からも説明できる。すなわち皮質の毛細血管量は白質の2倍以上であるため、皮質

の障害が限局的であれば白質にまで障害は及びにくいことにもとづく。

組織学的には、挫傷部に一致して斑状の淡明化せる虚血巣、海綿状変性巣、輪状出血および強弱さまざまな浮腫を認める。なおこれら病変部における神経細胞は断血性変化や脱落を示している。しかし、通常急性例ではグリア反応を欠き、亜急性例では gitter cells の発現や astrocytes の多少の増殖を伴っている。挫傷の強い例では、concussional neuronal change とも言うべき神経細胞の細長、濃縮化による虚脱を伴い、斑状の虚血巣も、より広範となっており皮質下白質にも変性巣を認め得る。挫傷部に一致して造影剤の filling は一般に不良である。filling のみられない細動脈の末梢部は内皮細胞の膨化による内腔の狭小化や赤血球の stasis による凝集を認め、この部における血流停滞の存在を示唆している。

挫傷亜急性ないし慢性期死亡例で認められる特徴的所見は造影剤の血管外漏出である。これは挫傷急性期死亡例では認められない。挫傷急性期死亡例と同様に大多数例で皮質動脈の造影が不良で、皮質における著しい微小循環障害を示唆している。しかしながら脳幹部の微小血管の造影は6例で不良であるが、non-filling を示すものは3例であり、急性期死亡例と比較すると著明な循環障害を示すものはやや少ないと言える。組織学的には虚血巣や海綿状病巣は、その限界が一層明瞭となり、gitter cells の発現や astrocytes の増殖が認められる。また急性期死亡例で認められた、concussional neuronal change は見られないか、判別が困難となる。6カ月を経て死亡した1例は遷延性昏睡例で akinetic mutism の状態より改善することなく死亡した症例である。超軟X線像では細動脈の全散性の狭小化が特徴的で広範な微小循環不全の状態が示唆される。組織学的には皮質分子層における著明な astrocytes の増殖、類層性の壊死、gitter cells の増殖、グリオースが強く、これらの部位における造影剤の filling は不良であった (photo 10)。

## 3) Non-filling 現象について

頭蓋内圧亢進時の脳血管撮影でみられる non-filling 現象については、Riishede and Etherberg<sup>29)</sup> 以来多くの臨床報告があり、その成因に関してもいくつかの仮説<sup>2,5,10,19,23,28)</sup>がある。Hekmatpanah<sup>9)</sup> は頭蓋骨窓法により脳皮質の血管を観察し頭蓋内圧の上昇とともに脳血流は減少し、ついには血流がなくなることとを認め、これは血管外に原因の求められる external

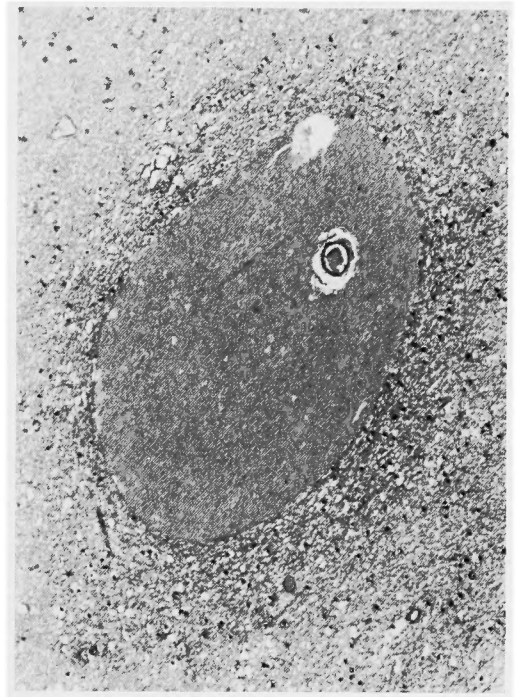
Photo 10 (Case 15) H.E.  $\times 100$ 

An old contusive lesion, showing a zonal cortical necrosis, prominent gliosis and non-filling of the vessels.

compression と sludged cells, microemboli, intravascular clotting などによる internal occlusion が原因となっていたと述べている。Ames<sup>11)</sup> は一定期間の血流の途絶は血管内の血液の性状を変え、また血管周囲の脳実質の edema により血管の狭窄をきたすためであろうと述べている。すなわち微小血管では太い血管におけるよりも internal occlusion が起こり易いことが考えられ、著者の検索例における組織学的所見もまた頭蓋内に大きな mass lesion のない脳挫傷例における微小循環障害の 1 原因として血流停滞による internal occlusion や 局所の浮腫の関与を示唆していた。

#### 4) 造影剤の漏出とその背景

造影剤の血管外漏出は臨床的には、高血圧性脳出血の急性期における脳血管撮影で認められ、Westerburg<sup>36)</sup>、Huckman ら<sup>11)</sup>、Leed ら<sup>21)</sup>、水上ら<sup>25)</sup>による報告がある。頭部外傷では急性硬膜外血腫例で中硬膜動脈より造影剤の血管外漏出を認めた報告<sup>12)16)</sup>がある。三浦ら<sup>24)</sup>は家兎に衝撃加速度を加え、脱血、心停止後ゼラチン加墨汁を注入し、6G以上の衝撃加速度にて脳幹部に点状、小斑状の墨汁流出像を認めている。

Photo 11 (Case 10) H.E.  $\times 100$ 

Perivascular extravasation of the contrast medium in a part of the deeper white substance.

吉田ら<sup>41)</sup>は高血圧性脳出血では 100~200 $\mu$  前後の動脈に破綻が好発していたと述べている。著者の検索では、脳挫傷死亡例における造影剤の血管外漏出は主として随質動脈領域にみられ、100 $\mu$  前後の動脈周囲に認められ、300 $\mu$  以上の径の動脈周囲には認められていない。漏出せる造影剤は血管周囲腔に限局せるもののおよび、更に周囲脳組織へと滲出するものがみられる(photo 11)。なお造影剤の血管外漏出は、皮質下および深部白質において多少の pallor や海綿状変性を示す部位に発現し、血管周囲に液性滲出を伴い、また一部のものでは血管壁の線維素変性や壊死を示し、明らかな管壁の破綻を認め得た。このことは造影剤の血管外漏出が造影剤注入時の加圧による単なる機械的作用のみならず、血管壁自体の脆弱性が存することの 1 証左と考えられる。

また、山村ら<sup>40)</sup>は高血圧性脳出血例においては、まず穿通動脈に破綻を生じ、破綻動脈の分布領域の循環障害をきたし、2次的にこの部の血管透過性が亢進し、出血し易くなり破綻性に出血し、大出血巣を形成すると述べている。著者の症例で脳内血腫を合併した 2 例

に超軟X線撮影で造影剤の血管外漏出を認め、組織学的にも細動脈の破綻を証明し、その発生機序においてある種の共通性が窺われる。なお脳内血腫は同上機序による小出血巣の融合によって形成されたものと考えられる。

## V 結 論

1) 挫傷急性期死亡例では天幕上下腔にて微小循環は著しく障害され、特に皮質および脳幹部における障害が著明であった。

2) 挫傷亜急性期ないし慢性期死亡例では微小循環障害は皮質に比して脳幹部でやや軽度であり、medullary arteries の領域における造影剤の血管外漏出の所見が特徴的で、一部のものでは組織学的に血管破綻の所見を認め得た。

3) 挫傷部に一致して超軟X線撮影にて造影剤の non-filling が認められ、組織学的に細動脈内皮細胞の膨化による内腔狭小化と赤血球の stasis による凝集を認め、微小循環障害の主要原因として internal occlusion による血流停滞が示唆された。

稿を終るにあたり、御指導、御校閲を賜った恩師栗津三郎教授、吉井信夫助教授、ならびに第1病理学教室福永昇教授、法医学教室伊藤順通教授に深甚なる謝意を表わすとともに、種々御協力下さった第2外科、脳神経外科教室員各位に厚く感謝いたします。

なお本論文の要旨は第62次日本法医学会総会（仙台）において発表した。

## 参 考 文 献

- 1) Ames A, Wright RL, et al : Cerebral ischemia II. No-reflow phenomenon. *Amer J Path* 52 : 437-454, 1968.
- 2) Aronson HA, Scatliff JH : Pseudothrombosis of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 19 : 691-695, 1962.
- 3) Cushing H : Concerning a definite regulatory mechanism of the vasomotor center which controls blood pressure during cerebral compression. *Jhons Hopk Hosp Bull* 12 : 290-292, 1901.
- 4) Cushing H : Some experimental and clinical observations concerning states of increased intracranial tension. *Amer J Med Sci* 124 : 375-400, 1902.
- 5) Decker K : Der Spasmus der A. Carotis interna. *Acta Radiol* 46 : 351-356, 1956.
- 6) Ellis FH : The bronchial arteries. III. Structural changes after division of rats left pulmonary artery. *Amer J Path* 1 : 89-104, 1952.
- 7) Greenfield JC, Tindall GT : Effect of acute increase in intracranial pressure on blood flow in the internal carotid artery of man. *J Clin Invest* 44 : 1343-1351, 1965.
- 8) Hale RA, Reed AF : Studies in cerebral circulation. Methods for the qualitative and quantitative study of human cerebral blood vessels. *Amer Heart J* 2 : 226-242, 1963.
- 9) Heckmatpanah J : Cerebral circulation and perfusion experimental increased intracranial pressure. *J Neurosurg* 32 : 21-29, 1970.
- 10) Horwitz NH, Dunsmore RH : Some factors influencing the nonvisualization of the internal carotid artery by angiography. *J Neurosurg* 13 : 155-164, 1956.
- 11) Huckman MS, Weinberg PE, et al : Angiographic and clinicopathologic correlate in ganglionic hemorrhage. *Radiology* 95 : 79-92, 1970.
- 12) 柱田菊嗣, 杉本侃, 他 : 頭部外傷の脳血管造影像における extravasation 脳と神経 20 : 1117-1123, 1968.
- 13) 河原裕憲 : 脳血管構築に関する 2・3 の知見. *日病会誌* 49 : 268-288, 1960.
- 14) Kety SS, Shinkin HA, et al : The effect of increased intracranial pressure on cerebral circulatory function in man. *J Clin Invest* 27 : 493-499, 1948.
- 15) 小島 精 : 実験的頭蓋内圧亢進時における non-filling 現象の研究, 超軟 X 線での microangiography における non-filling 現象について. *三重医学* 15 : 249-260, 1972.
- 16) 倉本進賢, 渡辺光夫, 他 : 外傷性硬膜外血腫の脳血管写上にみられる extravasation 様陰影について. *治療* 42 : 1693-1699, 1960.
- 17) Langfitt TW, Kassell NF, et al : Cerebral blood flow with intracranial hypertension. *Neurology* 15 : 761-773, 1965.
- 18) Langfitt TW, Weinstein JD, et al : Cerebral vasomotor paralysis produced by intracranial hypertension. *Neurology* 15 : 622-641, 1965.
- 19) Langfitt TW, Kassell NF : Non-filling of cerebral vessels during angiography correlation with intracranial pressure. *Acta Neurochir* 14 : 96-104, 1966.
- 20) Lazorthes G, Espagno J, et al : The vascular architecture of the cortex and the cortical blood flow. In *Recent advance in the study of cerebral circulation* edited by Taveras. JM, et al, Illinois, Charles C Thomas, 1970, p. 55-58.
- 21) Leed NE, Goldberg HI : Lenticulostriate artery abnormalities. *Radiology* 97 : 377-383, 1970.
- 22) Lin PT, Chase NE, et al : Microangiographic changes in the traumatized brain. *Acta Radiol (Stochh.)* 5 : 341-350, 1966.
- 23) Mitchell OC, Torre E, et al : The nonfilling

- phenomenon during angiography in acute intracranial hypertension. *Neurosurgery* **19** : 766-774, 1962.
- 24) 三浦幸雄, 平沼比呂志, 他: 実験的鞭打ち損傷時における頭頸部動静脈系の態度. *災害医学* **13** : 1002-1008, 1970.
- 25) 水上公宏, 荒木五郎, 他: 高血圧性脳出血における extravasation 像. *脳と神経* **23** : 1359-1367, 1971.
- 26) Narat JK, Leaf JA, et al : On the operation of multicoloured corrosion specimens. *Anat Rec* **64** : 155-160, 1936.
- 27) Pfeifer R : Grundlegende Untersuchungen fur Angioarchitektok des menshlichen Gehirns. Springer Berlin.
- 28) Pribram HFW : Angiographic appearances in acute intracranial hypertension. *Neurology* **11** : 10-21, 1961.
- 29) Riishede J, Ethelberg S : Angiographic changes in sudden and severe herniation of brain stem through tentorial incisure. *Arch Neurol Psych* **70** : 399-409, 1953.
- 30) Salomon G, Huany YP : Radiologic anatomy of the brain. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, (1976).
- 31) 先山隆司, 塚原薫, 他: 硬膜外および硬膜下血腫例の超軟X線による脳微細循環の検討. *東邦医学会誌* **26** : 1-6, 1979.
- 32) 染田邦幸, 景山直樹, 他: 急性頭蓋内圧亢進時における脳微細循環. *脳と神経* **23** : 579, 1971.
- 33) 染田邦幸, 栗本匡久, 他: 頭蓋内圧亢進時の脳微細循環と脳ヘルニア. *災害医学* **16** : 881-889, 1973.
- 34) 諏訪紀夫: 脳の循環障碍の病理形態学, 脳に加わる循環障碍の様式の差による脳病変の形態学的差異について. *最新医学* **9** : 46-61, 1954.
- 35) Van Den Bergh R : The periventricular intracerebral blood supply. In *Research on the cerebral circulation. Third international Salzburg conference* edited by Neyer, JS, et al. Springfield, Charles C Thomas, 1969, p. 52-65.
- 36) Westerburg G. Arteries of basal ganglia. *Act Radiol* **5** : 581-596, 1966.
- 37) Wollschlaeger G, Wollschlaeger PB : The transcerebral arteries, a postmortem angiographic study. *Neuroradiology* **16** : 249-252, 1978.
- 38) Yamamura T : Studies on the disturbances of the cerebral blood circulation. *Keio Journal of Medicine* **10** : 127-150, 1961.
- 39) 山村武夫, 河内隆男: 超軟X線による人体脳の血管構築(動脈および静脈)について. *神経進歩* **9** : 77-91, 1965.
- 40) 山村武夫, 河原裕憲, 他: 脳卒中の病理. *内科* **22** : 1233-1244, 1968.
- 41) 吉田洋二, 大根田玄寿, 他: 脳出血の病理. *最新医学* **25** : 1221-1226, 1970.